



Principi di Bioingegneria

A.A. 2022/23

Esercitazioni

Vincenzo Catrambone

vincenzo.catrambone@unipi.it

Gabriele Maria Fortunato

gabriele.fortunato@unipi.it

Esercitazione 1

- 1) Si crei una funzione Matlab che data una stringa 's' di DNA in ingresso, costituita da una serie di basi peptidiche di lunghezza massima pari a 1000 basi, dia in uscita la conta di ciascuna delle 4 basi possibili, in ordine 'A', 'C', 'G', and 'T'. La funzione deve essere in grado di trovare degli eventuali errori: se la stringa non fosse DNA, ma RNA, o altro, o se fosse troppo lunga (> 1000 basi). Si fornisca anche una rappresentazione grafica, a piacere (es. Istogramma, grafico a torta, ecc) del risultato. Testare la funzione sulle 5 stringhe salvate nella variabile 'Sample_Strings' presente nella cartella Teams, nella stessa variabile ci sono anche i risultati per ogni stringa, e gli eventuali errori.

Sample dataset:

```
>> s = 'AGCTTTTCATTCTGACTGCAACGGGCAATATGTCTCTGTGTGGATTAAAAAAGAGTGTCTGATAGCAGC';
```

Sample output

```
>> 20 12 17 21
```

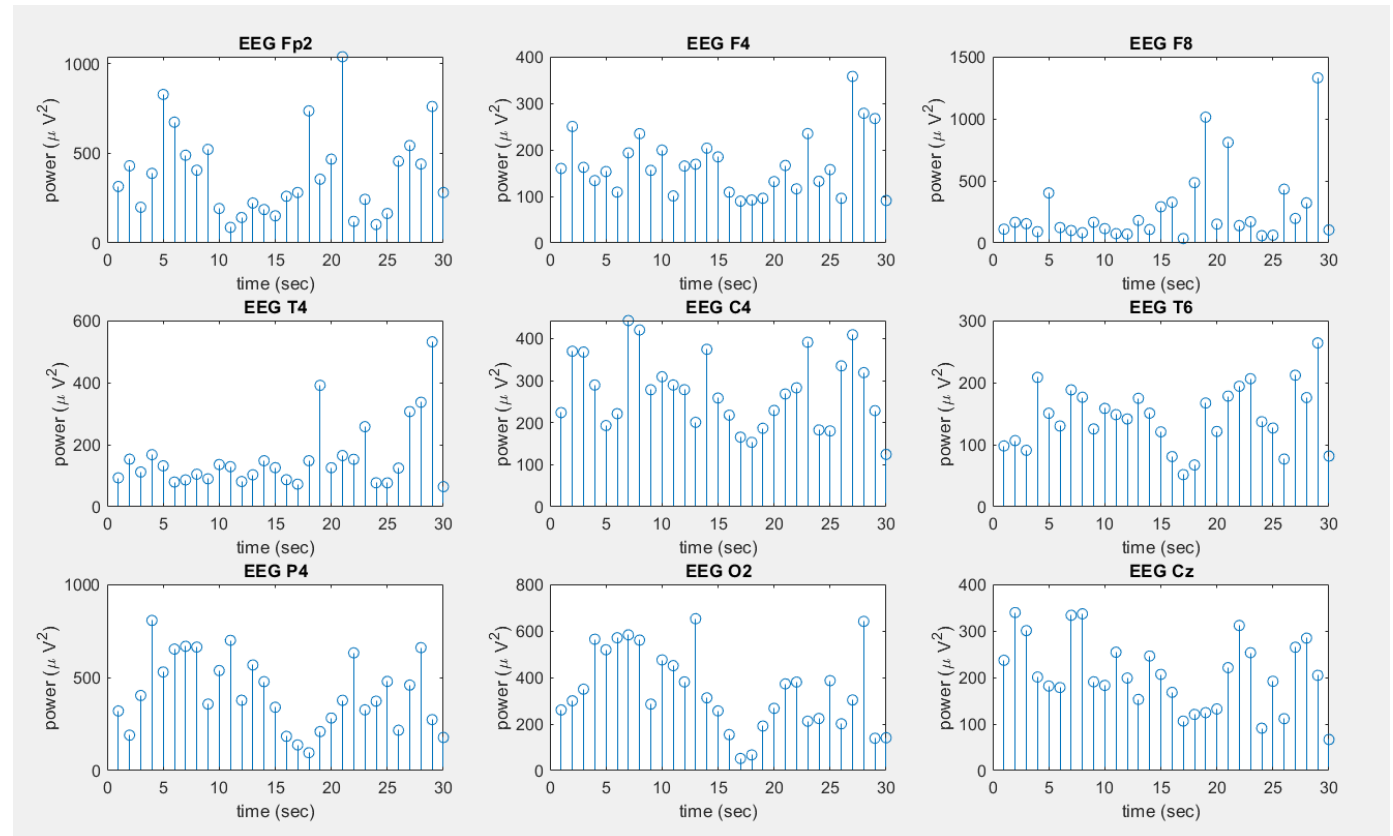
Esercitazione 2

2) Caricare in Matlab il file 'SampleEEG.mat' presente nel MS Team condiviso, contiene una variabile omonima di dimensione 9x15000, questa rappresenta un segnale EEG di esempio, misurato in μV , su 9 canali in 30 secondi. E' presente anche una variabile con il nome dei canali 'Chans_Name' e una con la frequenza di campionamento 'sampling_rate'.

Plottare in una figura con 9 subplot l'andamento della stima della potenza di ciascun canale, calcolata su finestre di un secondo non sovrapposte. Approssimare la potenza alla somma quadratica dei valori del segnale in ogni finestra, normalizzata per la lunghezza della finestra stessa.

Tarare opportunamente gli assi, le labels, intitolare ogni subplot con il nome del canale corrispondente. Fornire su schermo il nome del canale che raggiunge il picco massimo di potenza e il tempo, in secondi, in cui questo viene raggiunto.

Esempio di figura (scegliere liberamente tutte le opzioni grafiche):



Esercitazione 3

Considerare una sequenza $x[n]$ data dalla somma di due cosinusoidi a frequenze $f_1 = 2Hz$ e $f_2 = 2.1Hz$, con ampiezze arbitrarie A_1 e A_2 , e campionate con una frequenza di campionamento $f_c = 10Hz$

Valutare gli effetti dello zero padding nei seguenti casi:

- Fissare il valore di zero padding ($N = 300$) e applicarlo alla trasformata della sequenza per tempi di osservazione di $T = [3, 5, 10, 15, 20, 30]sec$. Plottare tutto in una unica figura con 6 subplot, fare attenzione alla taratura degli assi e alle ampiezze delle trasformate ottenute
- Fissare il tempo di osservazione $T = 15sec$ e calcolare la trasformata usando un numero di campioni $N = [30, 50, 100, 150, 200, 300]$. Plottare tutto in una unica figura con 6 subplot, fare attenzione alla taratura degli assi e alle ampiezze delle trasformate ottenute

Esercitazione 4

Caricare il file `SampleEEG`, presente nella cartella Teams, già usato in una precedente esercitazione. Il file contiene un segnale EEG `Samp/EEG` campionato con una frequenza di campionamento salvata nella variabile `sampling_rate` registrato su 9 canali, i cui nomi sono contenuti nella variabile `Chans_names`.

Per ogni canale trovare:

- La TDF calcolata sui primi 2 secondi del segnale;
- La TDF calcolata sull'intero segnale;
- La media tra le TDF calcolate su finestre non sovrapposte di 2 secondi ciascuna
- Prendere il risultato del punto precedente e normalizzare per il vettore delle frequenze $X'(f) = \left(\frac{X(f)}{f}\right)$

Per 3 canali a scelta fare un grafico (scegliere il modo più congeniale per farlo) in cui siano rappresentati i vettori calcolati, fare attenzione alla taratura degli assi.

Infine per gli $X'(f)$ di ogni canale fin qui derivati trovare a quale frequenza si ottiene il picco (il massimo) della $X'(f)$ corrispondente e salvarlo in una variabile f_{picco} .

Esercitazione 5

Progettare i seguenti filtri (scegliere arbitrariamente gli altri parametri dei filtri e le funzioni più adatte):

- Filtro FIR passabanda con frequenze di taglio [1, 8] Hz
- Filtro FIR passabanda per selezionare la banda alpha di un segnale EEG
- Filtro IIR passabanda con frequenze di taglio [1, 8] Hz
- Filtro IIR passabanda per selezionare la banda alpha di un segnale EEG

Caricare il file SampleEEG, presente nella cartella Teams, già usato in precedenza.

Scegliere un canale EEG e applicare i due filtri FIR sia come convoluzione nel tempo che come prodotto delle trasformate in frequenza, applicare anche i filtri IIR e plottare il segnale originale e quello filtrato con le diverse tecniche (scegliere autonomamente il numero di subplots e/o hold on) nel dominio del tempo. Ripetere lo stesso tipo di plot nel dominio della frequenza, porre attenzione all'opportuna taratura degli assi.

Applicare separatamente i filtri FIR e IIR in banda alpha a tutti i canali EEG e salvare la lista dei nomi dei canali ordinata in ordine decrescente di potenza dei segnale ottenuti, valutare se vi siano differenze tra i due filtri applicati.

All'esame si chiederà di giustificare le scelte dei parametri dei filtri, per cui delle prove ripetute con diversi parametri, tipo ordine del filtro, tipo di metodo usato, parametro specifico della finestra ecc, sono molto ben viste.

Esercitazione 6

Scaricare il file MRI_es.mat, all'interno sono presenti le variabili 'MRI_z90' (197x233) e 'MRI_x100' (189x233) (attenzione al formato *uint8*).

Graficare l'immagine e il suo istogramma associato ai livelli di grigio. Filtrare l'immagine attraverso la convoluzione 2D usando i seguenti filtri e graficarne i risultati.

- Filtro medio di dimensione 3
- Filtro mediano di dimensione 5
- Filtro gaussiano di dimensione 3x3
- Filtro gradiente (lungo x e lungo y in cascata)

Calcolare la trasformata TDF 2D e graficarne ampiezza e fase dell'immagine originale e di quella filtrata nel caso 2 e 4.

Trovare empiricamente una soglia adeguata a massimizzare il contrasto e la visualizzazione dell'immagine e graficarne il risultato.

Calcolare gli indici di SNR e CNR (scegliere autonomamente le ROI su cui calcolarle, ma che non siano casuali) nell'immagine originale e in quella post-sogliatura.

Esercitazione 7

Data una funzione

$$f(x) = 7 + \cos(12\pi x)$$

1. Implementare l'integrazione in una funzione MATLAB con i seguenti metodi:

- Metodo dei rettangoli con altezza al punto medio
- Metodo dei rettangoli con altezza al punto sinistro
- Metodo dei rettangoli con altezza al punto destro
- Metodo dei trapezi

E confrontare i risultati.

2. Implementare la derivazione in una funzione MATLAB con i seguenti metodi:

- Differenze in avanti
- Differenze in indietro
- Differenze centrali

E confrontare i risultati.

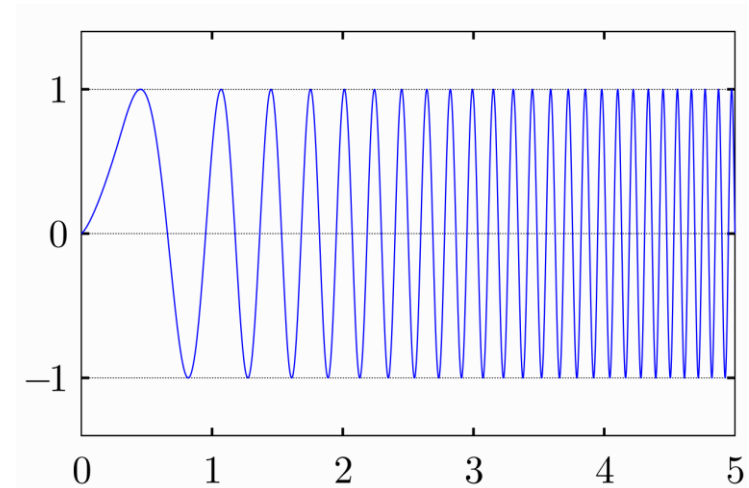
3. Scegliere uno dei metodi di derivazione per implementare i metodi di Eulero e Runge-Kutta

Considerare $x \in [0, 10]$ con $\delta_x = 0.01$

Esercitazione 8

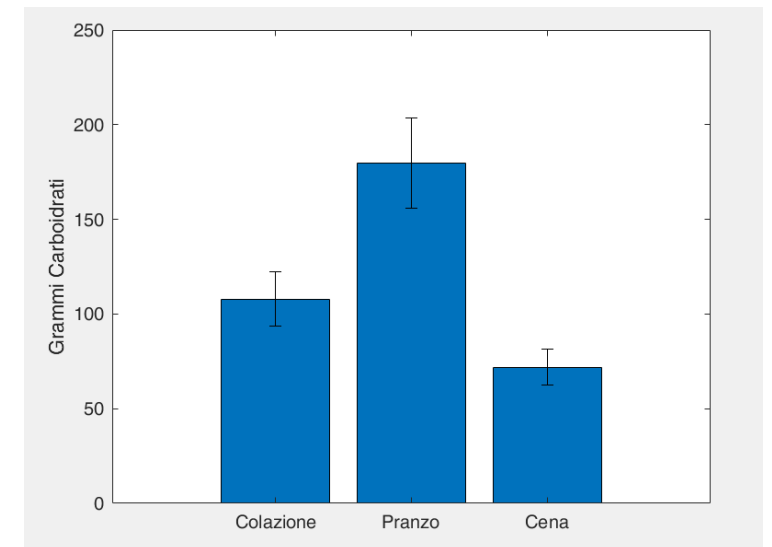
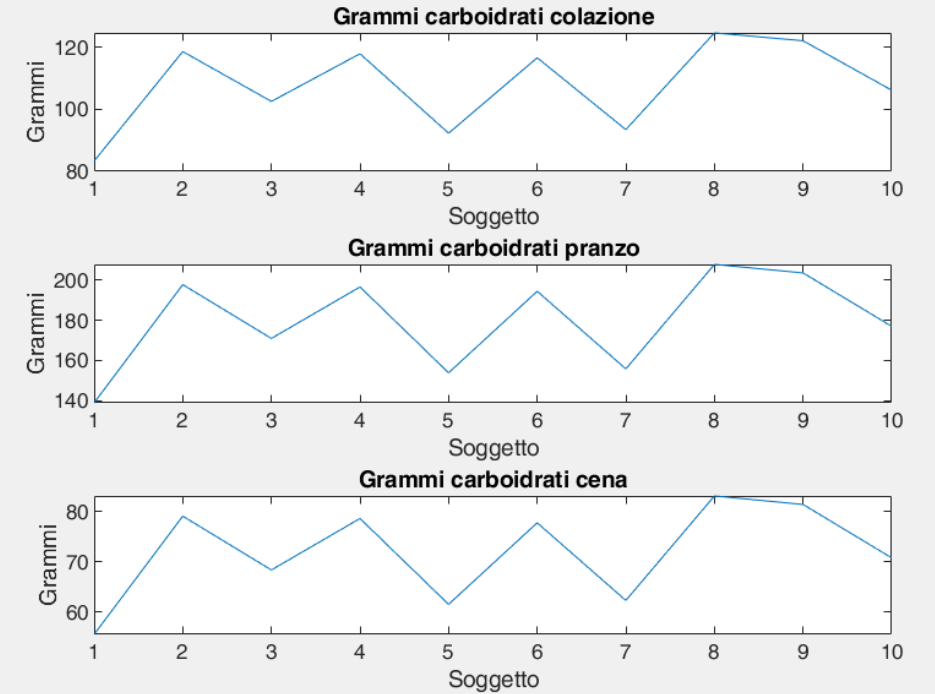
Creare una simulazione su Simulink che abbia un segnale 'chirp' più due sinusoidi a frequenze diverse come sources e che abbia come uscita il medesimo segnale, filtrato in modo che solo una delle due sinusoidi e una parte del chirp siano trasmessi in uscita. Implementare il filtraggio sia usando un filtro FIR che usando un filtro IIR, e confrontare graficamente i risultati sia nel tempo che in frequenza.

A "chirp" is a signal in which the frequency increases (up-chirp) or decreases (down-chirp) with time.



Esercitazione 9

- Scrivere una funzione che prenda in ingresso numero min (2000) e max (3000) kcal/giorno e numero di soggetti (10)
- Calcolare grammi glucosio/giorno necessari
- $C_6H_{12}O_6$, PM=180.
- 55% energia giornaliera da carboidrati
- Reazione glucosio ossidasi 3000 kJ/mol
- Colazione 30%, pranzo 50%, cena 20%



Esercitazione 10

- Sono forniti i dati di Forza (N) e spostamento (mm) di 3 tipologie di campioni a sezione rettangolare a base di cheratina e gelatina (3x)
- Lunghezza, larghezza e spessore iniziale sono noti
- Per ciascuna tipologia di campione tracciare i diagrammi sforzo(kPa) deformazione (%) dopo aver 'ripulito' i dati grezzi
- Determinare visivamente il tratto lineare e calcolare il modulo elastico
- Confronto regressione lineare (stima R^2 ed errore massimo) vs coefficiente angolare estremi
- Determinare sforzo a snervamento, sforzo massimo, deformazione a massimo sforzo, sforzo a rottura, massima elongazione
- Calcolare resilienza e tenacità a rottura (*trapz* vs formula)
- Riportare i dati su un grafico a barre come $media \pm deviazione\ standard$

Esercitazione 11

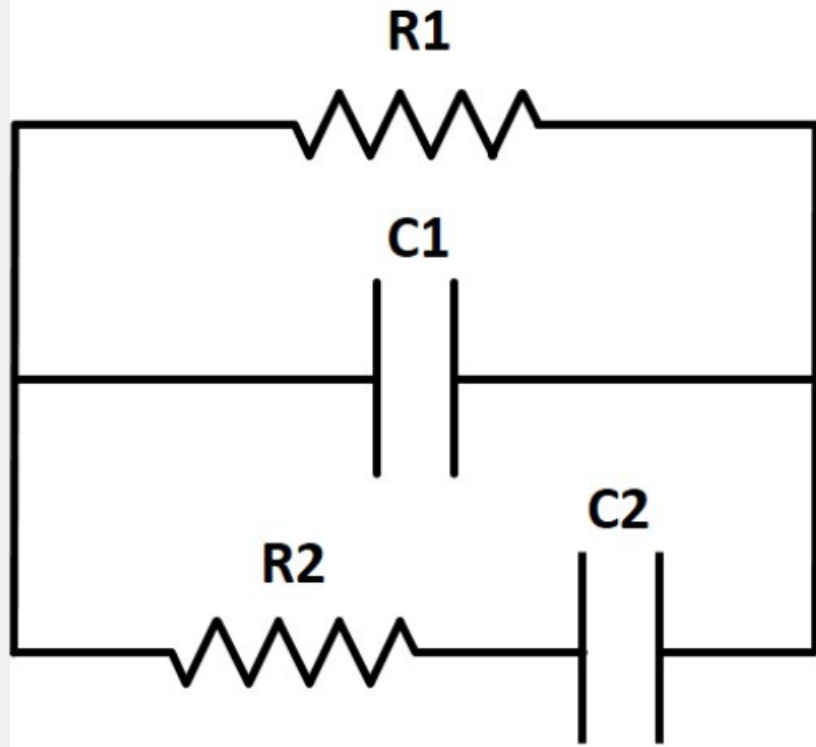
- Sono forniti i dati di Forza (N) e spostamento (mm) di una spugna cilindrica a base di gelatina e pectina (4x) sottoposta a test di compressione ciclica (3 cicli)
- Diametro ed altezza iniziale sono noti
- Tracciare il diagramma sforzo-deformazione per ciascun campione
- Individuare il tratto elastico per ciascun ciclo (fase di salita) e determinare il modulo elastico medio tra i 3 cicli (calcolo R^2 ed errore massimo)
- Calcolare il modulo elastico medio e deviazione standard tra i 4 campioni

Esercitazione 12

- Utilizzare il System Identification Toolbox per determinare le FdT (2 poli – 1 zero) a partire dai dati sperimentali delle 4 tipologie di campioni
- Scrivere uno script che:
 - Per ciascun campione (3 campioni x 4 tipi) tracci un grafico con modulo e fase dei dati sperimentali e del fitting
 - Per ciascuna tipologia calcoli il valor medio di modulo e fase punto per punto e ne tracci il grafico.
 - Riporti su un grafico il valor medio dei moduli medi per ciascuna tipologia di campione.
 - Per ciascun campione calcoli l'errore quadratico medio tra i moduli di fitting e dati sperimentali
 - Riporti su un grafico l'immagine dei modelli circuitale analizzati.
 - Per ciascuna tipologia calcoli il valore medio e la deviazione standard dei parametri circuitali R1, C1, R2, C2 per i due diversi circuiti riportati nella slide successiva
 - Riporti su un grafico l'andamento dei parametri circuitali al variare della tipologia di campione confrontando i valori per i due modelli circuitali

Esercitazione 12

Modello circuitale



Modello circuitale

